Radjanje i život zvezda

Veliko interesovanje izazivaju „treperave" zvezde-patuljci, čija je masa nešto manja od mase Sunca. U običnom, normalnom stanju one imaju nepromenljiv sjaj, ali s vremena na vreme zablistaju. Njihovo „paljenje" i „gašenje" — svetlosno treperenje — obavlja se velikom brzinom i traje oko minut, a ponekad svega nekoliko sekundi, ali se za to vreme njena jarkost povećava desetinama i stotinama puta. Zatim blesak slabi i u intervalu od 30 do 60 minuta zvezda se vraća u normalno stanje. Ako bismo zamislili da i na našem Suncu dolazi do sličnih svetlosnih erupcija — a to bi bilo moguće, jer je ono po svojoj masi slično treperavim (plamtećim) zvezdama — čovečanstvu se taj vatromet sigurno ne bi dopao: ako bi trajao svega nekoliko sekundi čudovišni talas sunčeve energije usmrtio bi sve živo na našoj planeti.

Treperenje - znak mladosti zvezde

Donedavno se smatralo da plamteće zvezde predstavljaju samo beznačajni procenat ukupnog broja zvezda. Medutim, istraživanja obavljena u Bjurakanskoj opservatoriji poslednje četiri godine, opovrgla su to mišljenje. Otkrivanje bleskova na zvezdama je težak posao, utoliko pre što se neke zvezde „pale" veoma retko. Meksički astronom Aro otkrio je još pre početka sovjetskih istraživanja plamteće zvezde medu mladim zvezdanim grupacijama i asocijacijama. U 1967. godini, u poznatom sazvežđu Plejade otkriveno je 60 plamtećih zvezda; koliko ih nije otkriveno — niko ne zna. Sovjetskim astronomima u Bjurakanu, na osnovu verodostojne statistike, uspelo je da razviju metod procene ukupnog broja svih plamtećih zvezda u sazvežđu Plejade. Dobijeni su neočekivani rezultati. U plejadama mora da ima preko 700 plamtećih zvezda! Pri tom je uzeto u obzir da se bleskovi pojavljuju ne periodično, već manje-više po slučajnim intervalima.

Na taj način 60 ranije otkrivenih plamtećih zvezda predstavljalo je manje od 10 odsto svih takvih zvezda u Plejadama. Pošto sumarna masa svih zvezda u tom sazvežđu — što je odranije poznato — nije mogla da premašuje 500 masa Sunca, stvoren je zaključak: broj zvezda u Plejadama nije veći od 1000. Znači, većina su plamteće zvezde.

Došavši do takvog zaključka, naučnici iz Bjurakana započeli su osmatranja: „vrebali" su bleskove. To je ne samo interesantan nego i složen posao. Predložili su saradnju kolegama iz mađarske opservatorije Konkolj, italijanske opservatorije Aspago i meksičke opservatorije Tonancitla. Za četiri godine ta kooperacija donela je velike plodove. Danas, pored zvezda u Plejadama, poznajemo još preko 300 plamtećih zvezda, a broj novootkrivenih raste iz dana u dan. Teoretski proračuni su potpuno potvrđeni astronomskim osmatranjima.

Analognim metodima istraživane su i druge mlade zvezdane grupacije. Kako su stručnjaci i pretpostavljali, bleskovi su imanentna pojava u svim mladim zvezdama, ravnim po sjaju Suncu ili slabijim od njega. A takvih zvezda je više. Plamteća aktivnost je u stvari određeni stadijum u životu zvezda. Proračuni su pokazali: ta etapa traje najmanje stotinama miliona godina. Pri svakom blesku mlada zvezda isijava energiju, ekvivalentnu eksploziji miliona, pa i milijardi termonuklearnih bombi. Vremenom, snažne erupcije postaju sve ređe i ređe, ali relativno slabije erupcije održavaju se dugo. Kao primer može da posluži naše Sunce, koje je relativno starija zvezda. Njegove erupcije su ništavne u poređenju sa svetlosno-eruptivnim pojavama mladih zvezda iste mase. Ipak, one imaju značajnu ulogu u životu naše zvezde a njihovo dejstvo se i te kako oseća i na Zemlji.



PRED FONOM SVETLE MAGLINE PROJEKTUJE SE U SAZVEŽĐU ORIONA GUST I TAMAN OBLAK KOSMIČKE PRAŠINE, KOJI ZAKLANJA JEDAN DEO MAGLINE.
NJEGOV OBLIK PODSEĆA NA KONJSKU GLAVU, PA JE STOGA U ASTRONOMIJI I REGISTROVAN POD TIM NAZIVOM.

Ugljen-monoksid — najrasprostranjenije jedinjenje u svemiru

Radioastronomi su otkrili dvadesetak hemijskih jedinjenja u oblacima koji ispunjavaju međuzvezdani prostor u našoj Galaksiji. Među njima je najrasprostranjeniji ugljen-monoksid.

Trojica naučnika iz opservatorije u Los Anđelosu, Vilson, Epštajn i Švarc, otkrili su prvi put radio emisije ugljen-monoksida na talasnoj dužini od 2,6 milimetara. Emisije su poticale iz svetlog, jonizovanog vodoničnog oblaka registrovanog pod šifrom NGC 604, koji se nalazi u spiralnoj galaksiji Mesier 33.

Relativna brzina širenja ugljen-monoksida iznosi minus 237 kilometara u sekundi. Ovaj podatak je gotovo potpuno saglasan sa ranije utvrđenom brzinom same Galaksije koja iznosi 235 kilometara u sekundi, i potvrđuje da ugljen-monoksid — predstavlja jedno od najrasprostranjenijih jedinjenja univerzuma.

Dozvezdana materija

Na žalost, nijedna od teorija o evoluciji zvezda ne objašnjava prirodu te značajne faze. Otuda i priznanje: sve te konstrukcije su veoma nesavršene, jer ignorišu najznačajniju osobinu mladih zvezda. Nauka mora da prikuplja činjenice koje će postati temelj buduće kompletnije i duboke teorije.

— Smatram — kaže akademik Ambarcumjan — da je nastajanje zvezda povezano s prelaskom neke kosmičke mase iz „dozvezdane" u obično stanje zvezdane materije. Kod mladih zvezda deo materije još ostaje u dozvezdanom stanju i to u njihovoj unutrašnjosti. Pojedini „komadi" dozvezdane materije mogu da dopru do površine zvezda, pa čak i da budu odbačeni u svemirski prostor. Postoji i izvesna verovatnoća samostalnog transformisanja „komada" iz hiperkompaktnog u razređeno stanje. Takav prelaz je propraćen gigantskim erupcijama i isijavanjem ogromnih količina energije. Međutim, rezerve dozvezdane materije se postepeno iscrpljuju a blešteća aktivnost se postepeno gasi.

Fuori - zvezde

Pre dve godine astronomi su otkrili da je jedna od svetlosnih slabih zvezda u sazvežđu Labud za nekoliko meseci pojačala svoj sjaj za gotovo 100 puta i do danas je zadržala. Čini se da je izvor njene energije iznenada postao jači 100 puta. A to nije prvi slučaj. U 1936. godini astronomi su otkrili sličnu pojavu — neočekivano pojačavanje sjaja jedne od zvezda u Orionu. Od tada se takve zvezde nazivaju „fuore" (po prvootkrivenoj — „Fu-Oriona").

Istraživanja u Bjurakanu pokazuju da je „razgorevanje" fuora isto tako povezano s transformacijom dozvezdane materije, kao i bleskovi. U unutrašnjosti fuora stvaraju se uslovi koji su pogodni za potpunu transformaciju dozvezdane materije u vidljivo elektromagnetsko zračenje. U konkretnom slučaju, ta transformacija se obavlja neprekidno. Zbog toga period maksimalne jarkosti traje ne sekundima i minutima, nego i stotinama godina.

Fenomen fuora je tek odnedavno počeo da interesuje naučnike. Pretpostavlja se da će njihovo izučavanje izazvati isto onako plodotvoran uticaj na razvoj teorije o evoluciji zvezda kao i istraživanje plamtećih zvezda.

Na granici Sunčevog sistema

PO UDALJENOSTI OD SUNCA, NEPTUN JE OSMA PO REDU PLANETA SUNČEVOG SISTEMA. OTKRIO GA JE NEMAČKI ASTRONOM GAL 23. APRILA 1846. GODINE POMOĆU PRORAČUNA FRANCUSKOG ASTRONOMA LEVERJEA. OTKRIĆE NEPTUNA PREDSTAVLJALO JE TRIJUMF NEBESKE MEHANIKE, JER JE LEVERJE JOŠ 1845. GODINE, PO POREMEĆAJIMA KOJE JE NEPOZNATA PLANETA ISPOLJAVALA NA KRETANJE URANA, „NASLEPO" PREDSKAZAO NJENO POSTOJANJE

Daleka planeta Neptun

Po strukturi planeta Neptun je slična Uranu, ali je po masi nešto veća. Srednja odstojanje (velika poluosa orbite) od Sunca iznosi mu oko 4496 miliona kilometara, tako da pun obrt oko Sunca načini za 164,78 godina pošto se kreće brzinom od 5,4 kilometara u sekundi. Prečnik Neptuna premaša Zamljin ekvatorijalni prečnik oko 3,5 puta — dostiže 44 600 km. Masa mu je 17,22 puta veća od Zemljine, a ubrzanje sile teže na njegovoj površini je 1,38 puta veće nego na Zemlji. Vreme rotiranja Neptuna oko sopstvene ose, prema fotometrijskim osmatranjima iznosi oko 8 časova, ali prema spektroskopskim merenjima, zasnovanim na principu Doplerovog efekta, traje 15,8 časova, što u svakom slučaju znači da su dani i noći na Neptunu, kraći od Zemljinih, uprkos tome što je on znatno veći od naše planete.

Neptun se na nebu može videti kao zvezda osme veličine. Pri maksimalnom uveličanju kroz teleskop ima zelenkast sjaj, ali na njegovom disku se na mogu videti nikakvi detalji.

Zbog velike udaljenosti od Sunca, sunčeva svatlost ja oko 900 puta slabija nego na Zemlji. Prema teoretskim proračunima, tamperatura je niža od minus 200° C. Površina Neptuna odbija oko 52 odsto sunčevih zraka koji padaju na nju, što govori u prilog postojanja znatne oblačnosti, odnosno gasovitog omotača planete. Osnovna komponenta njegove atmosfere je matan. Pojasevi amonijaka nisu u njoj otkriveni. To se objašnjava tima što je amonijak zbog vrlo niska temperature na površini planeta u gotovo zamrznutom stanju. S obzlrom na to, formirala se dosta prozračna atmosfera sa znatnim količinama metana.

Neptunovi sateliti

Naptun ima samo dva satelita ali moguće je da ih ima i više, samo se dosad, zbog velike udaljenosti nisu mogli otkriti teleskopima. Triton je otkriven godinu dana posle otkrića Neptuna. Neki ga astronomi smatraju najvećim satalltom u Sunčavom sistemu. Prečnik mu je oko 5800 kilometara (planete Markur samo 4800 km). Nereida, drugi satelit Neptuna, otkriven ja 1949. godine. Prečnik mu dostiže samo oko 300 kilometara.

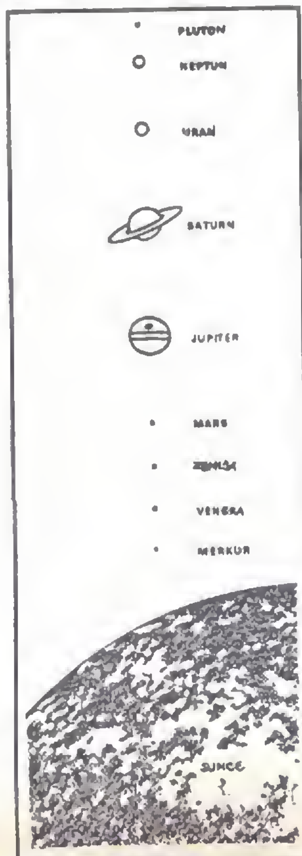
Mišljenje da je Triton najveći satelit zasniva se uglavnom na njegovom jarkom sjaju, uprkos znetnoj udaljenosti od Sunca. U odnosu ne Saturnov valiki satelit Titan, čiji je pračnik oko 5700 km. Triton bi trebalo da je nešto vaći. Ali za jarku osvetljenost Tritona postoja i objašnjenja da je pokriven ledom, odnosno da ja okružen gustim oblačnim slojam i gustom atmosferom.

Interesantan je i još nerešen problem što ja pravac kretenja oba Neptunova satelita obrnut u odnosu na rotiranje planete. Sem toga, Nereida ima orbitu koja je nasravnjivo eksentričnija od orbite bilo kojeg satelita u Sunčevom sistemu. Ona se približava Neptunu do na 1 600 000 km, a zatim se udaljava do 9 600 000 km! Ali za razliku od Saturnovog satelita Fabe, za koji se pretpostavlja da je bio kometa koju je Saturn zerobio i svojom gravitacionom silom zadržao, Nereida ima izvesne osobina koja dovode u sumnju hipotezu da je i ona zahvaćena glava neke kometa. Astronomija još ne može da odgovori na to pitanje.

Interplanetarni brod za daleke planete

U 1977. godini, planeta Venera, Saturn, Uran i Neptun nalaziće se u takvoj međusobnoj konstelaciji koja se stvara samo jednom u 179 godina. Zbog toga američki naučnici vrše priprema za lansiranja automatske interplanetarne stanice koja bi trebalo da leti kroz veliki deo Sunčevog sistema. U toku tog grandioznog putovanja ona bi prvo obletela Veneru, a zatim Saturn, Uran, Neptun, a možda i Pluton. Na taj način dospela bi do granica Sunčevog sistema.

Na prvi pogled izgleda da su za ovo veoma veliko interplanetarno putovanja potrabne ogromne količine energije za pogon automatske stanice. U stvari, izuzetna međusobna konstelacija planeta omogućila bi da se njihove uzajamne gravitacione sile iskoriste kao „besplatna" pogonska sila svemirskog broda u toku savlađivanja miliona i miliona kilomatara međuplanetskog prostora. To je u svakom slučaju pogodnije i jeftinije od lansiranja i praćenja leta četiri odvojene automatske stanice. Posle poletanja, brod bi mogao da stigne do Neptuna za oko 11 godina. Pri tom bi još raspolagao energijom, odnosno brzinom, dovoljnom za napuštanje Sunčavog sistema. Pretpostavlja se da bi ta automatska interplanetarna stanica bila opremljena svim savremenim uređajima za osmatranje i izviđanje planeta, odnosno za telametrijsko dostavljanja prikupljenih podataka za Zemlju.



Robot u Moru ja

„Luna-21" je prvi automatski aparat, lansiran sa sovjetskog kosmodroma u 1973. godini. Poletela je 8. januara i posle četiri i po dana ušla u selenocentričnu orbitu, a noću između 15. i 16. januara, posle 41 obletanja oko Meseca, meko alunirala.

U decembru prošle godine u jednoj od dolina planinskog rejona Taurus boravila je poslednja američka lunarna ekspedicija. Rejon njenog istraživanja udaljen je oko 180 kilometara južnije od tačke aluniranja „Lunohoda-2". Zbog raznih okolnosti taj rejon Meseca privlači pažnju selenologa, jer se pretpostavlja da bi se u njemu mogao potražiti i naći odgovor na pitanje nastanka ne samo Meseca već i čitavog Sunčevog sistema.

U centru daljne kosmičke veze

Pred ponoć 15–16. januara u Centru za daljne kosmičke veze očekivala se akcija grupe stručnjaka, odgovornih za sletanje i delatnost robotskog kompleksa „Luna-21" – „Lunohod-2" . . .

U trenutku, predviđenom programom operator je pritisnuo dugme. Već posle nekoliko sekundi „Luna-21" poslušno je reagovala na radio-poziv sa Zemlje. Započela je značajna seansa veze – sletanje automatske stanice na površinu Meseca.

„Luna-21" ima izvanredne „navigatorske" sposobnosti. Slično pticama-selicama i ona koristi astronavigaciju i bez greške se orijentiše prema Suncu i Zemlji. Na radio-komandu sa Zemlje ona počinje da usporava svoju rotaciju i već posle deset sekundi potpuno se „smiruje". Istovremeno elektronski dispečer na „Luni-21" odbrojava milisekunde. Do površine Meseca ostalo je nešto više od 16 kilometara. A onda . . . „Luna-21" snažno se potresla – sinhrono su eksplodirale piropatrone i bili odbačeni rezervoari i drugi nepotrebni delovi opreme. Mikromotori su pogasili i poslednje vibracije letelice.

Prošlo je još nekoliko sekundi, a onda se iz zvučnika čulo:

– Uključen je kočioni motor. Stabilizacija normalna.

Na ekranu se pojavljuje kaleidoskopska panorama Mesečeve površine. Visina 750 metara. Započinje najvažnija faza sletanja u kojoj je neophodna maksimalna preciznost operatora. Ali ni on ne bi mogao da je postigne bez pomoći kompjutera koji „napregnuto" prima i obrađuje podatke o brzini, visini i daljini „Lune-21". Pomoću kompjutera operator „čvrsto drži u rukama" letelicu koja se spušta na Mesec. Visina joj je sada samo 20 metara. Osnovni njen motor besprekorno je izvršio zadatak i predao štafetnu palicu bloku motora malog potiska.

Sekund, dva . . . još jedan sekund – i na Zemlju je stigao signal: „Kontakt s Mesecom uspostavljen!" „Luna-21" meko se spustila na suncem osvetljenu i zagrejanu površinu kratera Lemonije u istočnom delu Mesečevog Mora jasnosti.



SOVJETSKA AUTOMATSKA STANICA „LUNA-21", LANSIRANA 8. JANUARA 1973. GODINE ALUNIRALA JE 16. JANUARA U MORU JASNOSTI I ISKRCALA SAMOHODNI APARAT „LUNOHOD-2". ON ĆE PRODUŽITI ISTRAŽIVANJA MESEČEVE POVRŠINE KOJE JE VRŠIO „LUNOHOD-1" u 1971–1972. GOD. NA SNIMKU: KARTA MESECA, NA KOJOJ JE KRUŽIĆEM OZNAČEN REJON ALUNIRANJA „LUNE-21" NA ISTOČNOJ OBALI MORA JASNOSTI U KRATERU LEMONIJE. NA KARTI SU OZNAČENI I REJONI ALUNIRANJA AUTOMATSKIH STANICA „LUNA-16" I „LUNA-20", KOJE SU 1970. I 1972. GODINE DOPREMILE NA ZEMLJU OBRASCE MESEČEVOG TLA.

Posle nove komande, eksplozijom novih piropatrona odvajaju se i odbacuju spone kojima je „Lunohod-2" bio vezan. Robotski automobil sposoban je za samostalni život.

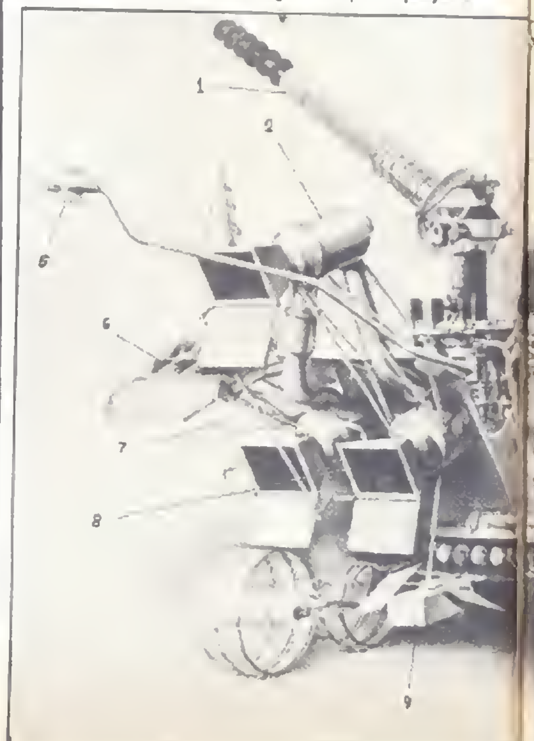
On ga je i započeo još iste zemaljske noći. U 2.14 časa sišao je po rampi na površinu Meseca. Tada je izvršena provera hodnog dela aparata i sistema upravljanja i dobijene su televizijske slike sletajućeg stepena „Luna-21" i Mesečevog reljefa.

Na lunohodu i sletajućem stepenu nalaze se Državna zastava SSSR, plakete s bareljefom V. I. Lenjina, slika državnog grba Sovjetskog Saveza i natpis „50 godina SSSR".

Zašto obala Mora jasnosti?

Sovjetski naučnici kažu da sličan rejon Meseca nije istraživala nijedna lunarna ekspedicija ili automatska stanica. Obala Mora jasnosti je granični pojas u kojem se završava „more" i započinje „kopno" našeg prirodnog satelita. „Obala" je najinteresantnije područje za naučna istraživanja. Možda će se upravo na njemu moći dokučiti jedna od najvećih tajni Meseca – nastanak Mesečevih mora pre više od tri milijarde godina.

Četrnaest godina neprekidnog osvajanja Meseca omogućilo je da se prikupi mnogo naučnog materijala. Letovi automatskih sondi i rad lunarnih ekspedicija, dopremanje obilja obrazaca tla i raznih rejona Meseca otkrili su mnoge zagonetke iz njegove istorije, kao i njegove neobične prirode. Na osnovu analize tih podataka naučnici smatraju da je Mesec nastao pre 4,6 milijardi godina, istovremeno s čitavim Sunčevim sistemom. Međutim, postoje i indicije da su se u prvih 1–2 milijardi godina postojanja



U SKLADU S PROGRAMOM O ISTRAŽIVANJU MESECA, SOVJETSKA AUTOMATSKA STANICA „LUNA-21" MEKO SE SPUSTILA U KRATER LEMONIJE U MORU JASNOSTI NA MESECU I ISKRCALA ROBOTSKO VOZILO „LUNOHOD-2", OPREMLJENO MNOGIM NAUČNIM INSTRUMENTIMA. ROBOT ĆE IZVRŠAVATI RAZNE NAUČNOISTRAŽIVAČKE ZADATKE

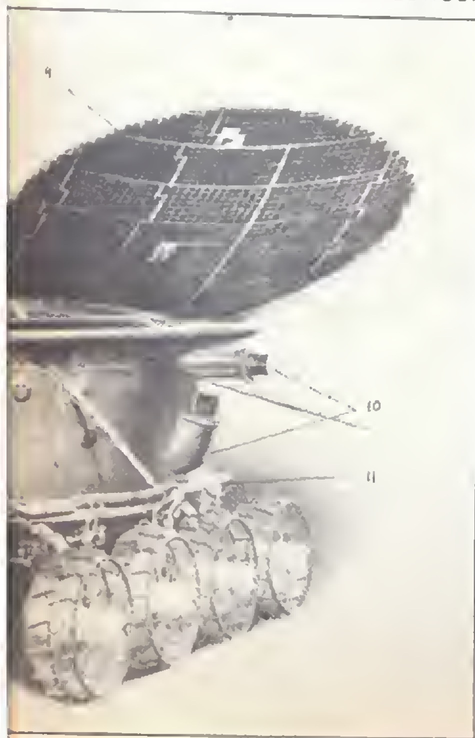
snosti

Meseca na njemu dešavali neki još nerazjašnjeni procesi generisanja ogromnih količina energije.

U tome se mišljenja naučnika razilaze. Jedni smatraju da je u to vreme čitav Mesec bio usljana istopljena masa, a drugi tvrde da se njegovi dubinski slojevi nikada nisu zagrevali iznad tačke topljenja. Naučnici su takođe dokazali da je Mesec u toku prve 1,5 milijarde godina bio podvrgnut veoma intenzivnom bombardovanju elikih meteorita, čija se učestanost usporila a danas predstavija redak fenomen.

U vreme hlađenja Mesečeve površine, aktivni lunološki i vulkanski procesi nisu prestajali. Tada su se formirala i „mora", po svemu sudeći usled potapanja niskih delova tla rastopljenim materijama iz Mesečeve utrobe. Kopno je zadržalo svoje primarne oblike. Zbog toga je ono i starije od mora.

SAMOHODNI APARAT „LUNOHOD-2": 1. OŠTROUSMERENA ANTENA; 2. POKRETNA TELEVIZIJSKA KAMERA; 3. FOTOPRIJEMNIK; 4. SUNČANA BATERIJA; 5. MAGNETOMETAR; 6. UGAONI ODBOJNIK LASERSKIH ZRAKOVA; 7. ASTROFOTOMETAR; 8. TELEVIZIJSKA KAMERA; 9. POKRETNI BLOK APARATA „RIFMA"; 10. TELEFOTOMETRI; 11. PRIBOR ZA OCENU PROHODNOSTI



Pionir 10 javlja: vrata svemira su širom otvorena

Američka svemirska sonda „Pionir-10", koja leti prema Jupiteru prolazi poslednje kilometre asteroidnog pojasa. Poslala je veoma interesantne informacije o česticama kosmičke prašine na koje je nailazila u toku svog putovanja, kao i o intenzitetu kosmičkog zračenja. Jedan od njenih instrumenata merio je jačinu udara čestica prašine čiji su prečnici dostizali veličinu 0,01–0,1 milimetar. Istraživači su pretpostavljali da će broj takvih čestica s udaljavanjem od Zemlje najpre opadati, a zatim s približavanjem asteroidnom pojasu naglo rasti. Međutim instrumenti Pionira 10 javljaju da je broj čestica u toku čitavog putovanja ostao gotovo isti, pa se čak ni u samom pojasu nije povećao. Po svemu sudeći, asteroidi nemaju veze sa česticama kosmičke prašine. One su najverovatnije ostaci repova nebrojenih kometa koje jezde svemirom. Međutim, čestice prašine čiji je prečnik veći od 0,1 milimetara, znatno su brojnije nego što se pretpostavljalo, ali uprkos tome — tvrde naučnici koji prate let Pionira-10 — one neće predstavljati opasnost za buduća svemirska putovanja. Podaci mernih instrumenata, naime, pokazuju da čestice koje dolaze iz dubina Mlečnog Puta nemaju značajnijeg uticaja na letove izvan Sunčevog sistema.



BUDUĆI „DOMAĆIN" PIONIRA-10, DŽINOVSKA PLANETA JUPITER SA ČETIRI OD SVOJIH 12 SATELITA — KALISTOM, EVROPOM, JO I GANIMEDOM. ONI SE KREĆU OKO JUPITERA NA ORBITAMA KOJE SU UDALJENE OD RAVNI NJEGOVOG EKVATORA IZMEĐU 670 000 I 2 000 000 KILOMETARA

Od tog vremena lava u morima se ohladila i plamena stihija postepeno stišala. Grandiozni procesi prirode ustupili su mesto gotovo potpunom miru. U takvom stanju Mesec se nalazi već tri milijarde godina.

Pa ipak, Mesec je veoma interesantan za nauku. Njegova konzervisana mora i planine čuvaju tragove procesa koji su se na njemu odigravali u to vreme kada na Zemlji još nije bilo života i kada se ona tek formirala iz „istog testa" kao i Mesec. Istraživanjem Meseca dublje upoznajemo svoju planetu, put njenog razvitka, njenu daleku prošlost i učimo se prognoziranju njene budućnosti.

Oblast između planina Taurus i Mora jasnosti, operativna zona „Lunohoda-2", po mišljenju sovjetskih naučnika upravo je takvo područje u kome će se možda naći odgonetanje nekih zapretenih tajni Sunčevog sistema.

Prvi radni dan „Lunohoda-2"

Posle aluniranja „Lune-21", lunohod je sišao po rampi i zaustavio se na 30 metara od nje. Otvorili su se paneli sunčanih baterija i usmerili prema Suncu. Dva dana robot je mirovao i crpeo snagu za svoj dugotrajan i raznovrstan posao.

Prva laboratorijska istraživanja, obrada podataka i njihovo telemetrijsko dostavljanje na Zemlju, izvršena noću između 22. i 23. januara, pokazala su da su količina osnovnih elemenata kao i hemijski sastav Mesečevog tla u Moru jasnosti slični onima u Moru kiša. Promenjen je samo procentni sadržaj raznih elemenata na trasi kretanja.

Poboljšane su i mehaničke osobine vozila kao i fizičko-istraživački kompleks instrumenata. Za razliku od „Lunohoda-1", novi lunohod može da vrši i zaokrete u mestu, a instrumentarijum mu je kompletiran priborima za otkrivanje i određivanje prirode znamenitih „maskona" — fenomena koncentracija masa na Mesecu — čiji pojavni uzroci još nisu razjašnjeni.

Prvi časovi boravka „Lunohoda-2" u toku Mesečevog dana na našem prirodnom satelitu prošli su u proveravanju svih njegovih mehaničkih i naučnoistraživačkih uređaja i instrumenata, kao i u pripremama za izvršavanje zadataka.

Šta radi Lunohod noću?

Za „preživljavanje" lunarnih noći, kada temperatura dostiže minus 160–170° C, „Lunohod-2" je pripremljen još na Zemlji. Njegovi konstruktori opremili su ga prvoklasnom „bundom", boljom od one koje ljudi nose. Ona ga čuva i od prezagrejavanja kada temperatura dostiže 100° C.

Ipak, gubljenje toplote je neizbežno. „Bunda" ne prekriva točkove robota, koji su mnogim sponama povezani s korpusom aparata, pa su neizbežni gubici toplote. Zbog toga samo sopstvene rezerve toplote omogućuju „Lunohodu" da podnese iskušenja žestokih mrazeva. On te rezerve počinje da stvara na 3–4 dana pre nastupanja noći. Panel sa sunčanim baterijama usmerava se prema Suncu. Zatim, kada akumulatori budu napunjeni, panel s baterijama se spušta i postaje krov koji štiti od hladnoće gornji deo aparata.

Pored sunčanih baterija, robot ima i nuklearni izvor energije. Postoji niz izotopa hemijskih elemenata koji se raspadaju uz isijavanje alfa-čestica i stvaranje toplote.

„Atomska peć" nalazi se spolja, iznad zadnjih točkova „Lunohoda". Od nje do odseka sa instrumentima postoje cevovodi kojima vazduh cirkuliše i zagreva ga.

U toku Mesečeve noći od 24. januara do 7. februara naučni aparati bili su isključeni, ali je na straži ipak ostao dežurni radio-prijemnik. Preko njega se održava veza, dobijaju podaci o stanju i „raspoloženju" robota i menja režim funkcionisanja termoregulacije, ako se ukaže potreba.

Pripreme za daleka svemirska putovanja

JONSKI RAKETNI MOTORI NALAZE SE JOŠ U FAZI RAZVOJA, ALI JE SIGURNO DA ASTRONAUTIKA RAČUNA NA NJIH. NAUČNICI I INŽENJERI KOJI RADE U OBLASTI SVEMIRSKE ENERGETIKE POMOĆU NJIH ĆE POKUŠATI DA OVLADAJU EKONOMIČNIM RAKETNIM MOTORIMA, POTREBNIM ZA DALEKA SVEMIRSKA PUTOVANJA

Jonski motori

Jonski ili elektrostatički motori su jedna od varijanti električnih raketnih motora (ERM) čiji je princip rada zasnovan na ubrzanju radnog tela pomoću električne energije. Radno telo se prethodno podvrgava jonizaciji, pod čijim dejstvom se njegovi neutralni atomi pretvaraju u čestice s električnim nabojem (jone). Zatim se joni ubrzavaju u električnom polju i izbacuju u okolnu sredinu brzinama od više desetina pa i stotina kilometara u sekundu.

Specifični zadaci

Jonski motori ne mogu da zamene raketne motore na tečno (hemijsko) gorivo. Namena im je da rešavaju razne specifične zadatke. Mogu se koristiti kao pomoćni motori za korigovanja trajektorija i orbita, orijentisanja svemirskih letelica, kao i za kompenzaciju aerodinamičkog kočenja veštačkih satelita koji lete na relativno malim visinama. Razmatra se i mogućnost primene takvih motora u smislu marš-motora na letelicama, namenjenim za proučavanje planeta. U poslednjem slučaju oni mogu da obezbede veći porast brzina u poređenju s raketama na tečno gorivo (što, ne isključuje neophodnost primene ovih poslednjih na delu izvođenje letelice u kosmički prostori, da omoguće aktivno upravljanja u toku čitavog leta, da smanjuju brzinu leta pri približavanju letelica cilju.

Princip funkcionisanja

Na kakvom principu funkcionišu novi raketni motori?

Jonizacija radnog tela sastoji se u tome što se od neutralnih atoma materije otkidaju elektroni, a zatim se atomi pretvaraju u jone s pozitivnim naelektrisanjem. Da bi se izvršila jonizacija, atomima se mora saopštiti energija koja premaša energiju veza elektrona s atomom. U jonskom motoru je celishodno da se koriste materije na čiju jonizaciju se troši što manje energije, na primer, bazni metali. Pošto je reaktivna sila upravno proporcionalna masi i brzini čestica koje se izbacuju iz motora, poželjno je da se reaktivni mlaz sastoji od masivnih jona. Zbog toga se velika pažnja i poklanja ceziju\-mu koji pri jonizaciji zahteva najmanji utrošak energije, a ima znatnu atomsku težinu. Kao radno telo za jonske motore koriste se sem toga živa i neki gasovi.

Osnovni elemenat jonskog motora je izvor ili emiter jona. U jonskim motorima se koriste dva načina jonizacije — kontaktni i volumenski. U prvom slučaju atomi baznih metala (na primer, cezijuma) pri dodiru sa zagrejanom površinom volframa jonizuju se i odleću s površina jonizatora, od kojih je najbolji porozni volfram. Atomi cezijuma, prolazeći kroz volframsku pločicu, zagrejanu do 1000° C, jonizuju se i izleću iz emitera. Takvi emiteri su veoma pouzdani i dugotrajni (čak i do 10 000 časova).

Volumenska jonizacija ostvaruje se u komori, napunjenoj parama radnog tela, pomoću pražnjenja gasova. Pri tom, struja elektrona — ustremljujući se od katode ka anodi — prodire kroz čitavu masu gasa. Zbog sudara elektrona s atomima ovi se jonizuju.

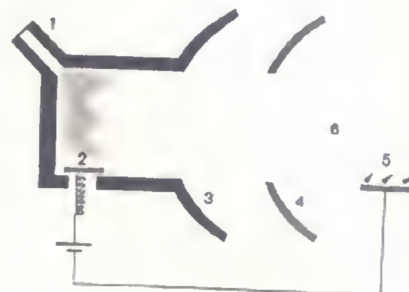
Konstrukciona shema

Radi ubrzanja jona poželjno je da potencijal njihovog mlaza bude ravnomeran. Stoga se nastoji da jonsko strujanja teče u vidu tankog mlaza. Time se i objašnjavaju konstruktivne osobenosti poklopca komore za pražnjenje. Ono ima veliki broj kružnih ili uzdužnih otvora. Emiter jona nalazi se pri radu motora pod visokim pozitivnim potencijalom, a takozvana izlazna elektroda (smeštena na izlaznom preseku motora) ima nultni potencijal. Razlika potencijala među tim elektrodama i jonizatorom izaziva ubrzanje jonskog mlaza. Radi povećanja gustine mlaza, pa prema tome i povećanja potiska motora, potrebno je povećati razliku potencijala. U tom cilju se između emitera i izlaznog preseka jonskog mlaza postavlja ubrzavajuća međuelektroda. Ona ima veliki negativni potencijal. Da bi se svela na minimum količina jona koja pada na ubrzavajuću elektrodu, u nekim motorima, neposredno u blizini jonizatora montira se još jedna elektroda — fokusirajuća. Potencijal joj je pozitivan i nešto veći od potencijala jonizatora.



PRIPREME ZA ISPITIVANJE JONSKOG MOTORA NA BAZI ŽIVE U KOSMIČKIM USLOVIMA. JEDAN MOTOR OVOG TIPA, IZRAĐEN U ISTRAŽIVAČKOM CENTRU U LEWIS-U (SAD), ISPITAN JE U TOKU BALISTIČKOG KOSMIČKOG LETA „SERT"

Na izlazu iz motora, u mlaz ističućih pozitivnih jona ubacuje se struja elektrona ili negativnih jona radi električne neutralizacije pozitivno naelektrisanih čestica koje se izbacuju iz motora. Zašto se to čini? Ako se iz motora izbacuju čestice s pozitivnim naelektrisanjem, korpus kosmičke letelice dobiće negativni potencijal, a iza nje će se stvoriti oblak pozitivnih jona, koji postepeno stvara veoma snažan prostorni električni naboj. Električne sile tog naboja suprotstavljaće se isticanju jona iz motora. Njihova brzina će se smanjivati i najzad više neće isticati . . .



SHEMA JONSKOG MOTORA: 1 – DOVOD GORIVA; 2 – JONIZATOR; 3 – POVIŠENI NAPON; 4 – NAPON U SVEMIRU; 5 – EMITOVANJE ELEKTRONA; 6 – JONI

Perspektive

Jonskim motorima može se postići izvanredni koeficijent iskorišćenja, do 80 odsto. Zbog toga su istraživanja usmerena na rakete raznih koncepcija, na primer na pogon sa teškim molekulima koji su sastavljeni iz velikog broja atoma. Oni imaju veću masu od atomarnih jona i zbog toga bi napon u takvom motoru morao da bude dovoljno visok da bi mogao da premaši 1 000 000 volti.

U orbitalnom letu jonski raketni motor prvi put je ispitan na kosmičkom brodu Vashod, 1964. godine. U periodu 1966—1970. godine u SSSR bile su ostvarene tri serije lansiranih automatskih jonosferskih laboratorija „JANTAR", s plazmeno-jonskim motorima na gasovito gorivo (argon, azot, vazduh). Laboratorija je izvedena na balističku trajektoriju s maksimalnom visinom do 400 km. Na visini 160 km bio je uključen jonski motor koji je radio na uzlaznom i silaznom delu putanje do spuštanja laboratorije na visinu od 110 km.

Jonski motori nalaziće primenu u situacijama kada su u toku dugih vremenskih perioda potrebni mali potisci. Upravljanje satelitima i pogon interplanetarnih svemirskih brodova gotovo nameću potrebu za primenom jonskih motora jer omogućuju povećanje udela korisnog tereta u njima.

Pošto će jonski motori morati da obezbeđuju stvaranje potiska u toku mnogih meseci, pa čak i godina, neophodna je velika pouzdanost u njihovom funkcionisanju. A da bi se to postiglo, potrebno je još mnogo rada, eksperimenata i stvaralačke erudicije da bi se ti perspektivni motori mogli koristiti u svakodnevnoj praksi astronautike.

Iz istorije drugog svetskog rata

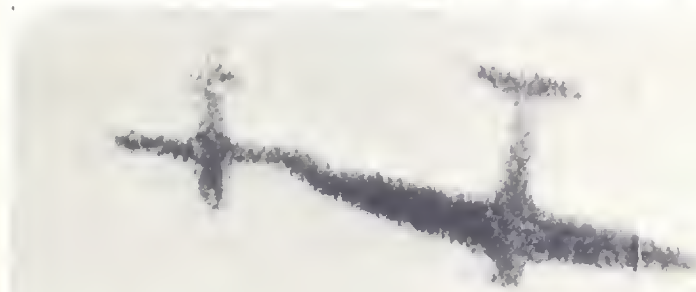
Leteća bomba „V-1“

U zimu 1942–1943. godine primećeni su obimni radovi u okolini Penemindea. Englezi su pokušavali da razjasne značenja mnogih betoniranih mesta čudnovatog oblika. Pažljivim proučavanjem snimaka poručnik Konstans Babington Smit-Babs otkrila je 29. novembra 1943. godine „sitni krstasti lik koji na šinama štrči u nebo – što je bez sumnje predstavljalo mali avion u startnoj poziciji“. Ove šine, ranije otkrivene u severnoj Francuskoj, dale su Englezima prvi dokaz da Nemci usavršavaju rakete.

Istorija razvoja „novog oružja“

Još 1933. godine, grupa stručnjaka sa Vernerom fon Braunom na čelu dobila je finansijsku podršku za proizvodnju „leteće bombe V-1“.

Kako je većina ovih ljudi želela da se usredsredi na pogon u praktično bezvazdušnom prostoru, oni su u proleće 1940. godine preneli „V-1“ na Ministarstvo vazduhoplovstva.





PREZIRUĆI SMRT ENGLESKI PILOT BORI SE S NEMAČKIM „V-1“. KRILOM SVOG „SPITFAJERA“ ON DODIRUJE „LETEĆU BOMBU“ I MENJA JOJ PRAVAC LETA

VINSTON ČERČIL U DRUŠTVU S GENERALOM O'KONOROM, SVOJIM VOJNIM SAVETNIKOM, I MARŠALOM MONTGOMERIJEM (DRUGI ZDESNA), POSMATRA BORBU „SPITFAJERA“ S RAKETOM „V-1“

Sredinom 1942. godine, ljudi koji su se bavili raketama, našli su se u takmičarskoj situaciji. Na probnom mestu Vojnog vazduhoplovstva u Peneminde-Zapad (5 km od Vojnog probnog zavoda Peneminde-Istok) Geringovi ljudi iz RV, pod rukovodstvom vazduhoplovnog štabnog inženjera Brea, velikom brzinom razvijali su svoje „tajno oružje“, vazdušni torpedo na mlazni pogon – model Fi-103; druga grupa radila je na razvoju raketa tipa „A“ čiji je izraziti predstavnik bila raketa „A-4“, poznatija pod imenom „V-2“.

Dvadeset šestog maja 1943. godine, kucnuo je presudan čas za Peneminde: radi ograničavanja potrošnje sirovine i smanjenja troškova, Komisija za bombardovanja dugog dometa trebalo je da odluči koje je od ova dva oružja dugog dometa imalo veće šanse za uspeh. Model Fi-103 bio je znatno jeftiniji. Zbog veličine bio je jednostavniji za rukovanje, lako se mogao transportovati na standardnim kamionima i imao je malu potrošnju goriva. Zbog toga je imao prednost. Mane su mu bile: velika nepokretna lansirna mesta podložne uništenju iz vazduha; strogo prava linija leta posle ispaljivanja; mala brzina i nedovoljna visina leta; karakterističan zvuk pulsirajućeg mlaza koji je opominjao neprijatelja. Osim toga, „V-1“ je mogao lako biti otkriven pomoću radara.

Pitanje koje je od dva dalekometna oružja bolje, ostalo je bez odgovora. Komisija je izrekla solomonsku presudu: oba tajna oružja – „Fi-103“ i „A-4“ – treba istovremeno serijski proizvoditi.

Karakteristike „leteće bombe“

Bespilotna letelica „V-1“, leteći torpedo ili „leteća bomba“ bila je gotovo u celini izrađena od čelika. Imala je vretenast trup (prečnika 1,5 i dužina 7,2 metara), a njena ukupna dužina bila je 8 metara. Tanka, pravougaona, prava krila, po položaju slična avionskim, imala su raspon od 4,88 metara. Na zadnjem delu trupa nalazile su se horizontalne i vertikalne repne površine sa krmilima, a sa gornje zadnje strane – motor. Kamuflirana je na tipično nemački način: odozgo obojena zeleno a odozdo kao nebo plavo.

Od letnih karakteristika treba istaći da je bila vezana za visine između 200 in 2000 metara (što je diktirano motorom), maksimalna brzina bila je do 650 km/h, a domet do 250 km. Nijedna od ovih osobina ne može se uzeti kao dobra strana.

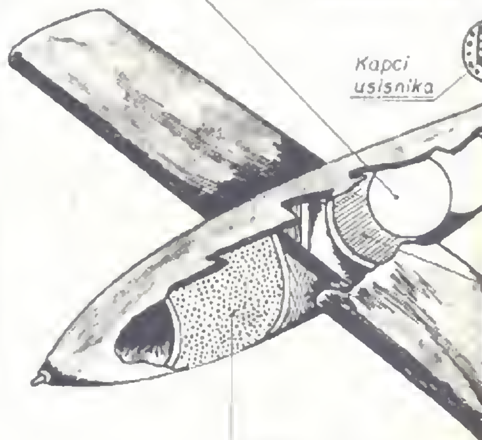
U nosu bombe nalazi se jedna tona jakog eksplozivnog punjenja, što je i osnovno u celom sistemu ovog oružja. Prema zadnjem delu trupa bio je rezervoar za gorivo. Kao gorivo služilo je jeftino, manje vredno pogonsko ulje niske gradacije (vrsta kerozina slabih karakteristika). Zatim su dolazile boce komprimovanog vazduha za pogon žiroskopa koji je bio montiran u zadnjem delu trupa. Ovaj žiroskopski uređaj nalazio se sa kompasnom kontrolom smera i visine leta, preko krmila pravca i dubine.

Pogonski sistem leteće bombe „V-1“ vodio je poreklo od jednog starog francuskog patenta iz kraja prošlog veka. U stvari, kao motor služila je na jednom kraju zatvorena cev, takozvana Cev Schmidt-Argus, poznata još i kao „kanal s prekidima“ (pulzirajući motor) ili „motor na usporeni mlaz“.

Zbog ovakvog pogona, ovaj torpedo s krilima mogao je da leti samo pri istoj brzini; bio je ograničen za letenje pri određenoj gustini i na određenoj visini.

Eksplozije sagorevanja koje su se dešavale pri radu motora jedna za drugom davale su bombi jak zvuk, što je za nju bilo demaskirajuće.

Leteća bomba „V-1“ nije upravljana putem radio-talasa, već mehaničkim uređajem koji je podešavan na zemlji pre starta. To znači, kad bomba jednom poleti s mesta lansiranja (lansiranje



SREDINOM TRIDESETIH GODINA ČOVEČANSTVO JE PONOVO OBUZELA RATNA GROZNICA. GODINE 1936. NEMAČKA JE OSNOVALA OGLEDNI CENTAR ZA RAKETE U PENEMINDEU (PEENEMUENDE) NA BALTIČKOM MORU. SVET JE PAŽLJIVO PRATIO ŠTA SE TAMO RADI U NASTOJANJU DA SAZNA KAKVI SU NEMAČKI PLANOVI. „IZVEŠTAJ OSLO" (KRAJEM 1939. GODINE) DR HANSA HEJNRIHA KUMEROVA, NAUČNIKA, PROTIVNIKA NACIONALSOCIJALIZMA (1943. GODINE S PORODICOM UBIJEN U BERLINU), UPOZORIO JE ENGLEZE NA NEMAČKI RAKETNI PROJEKAT I DRUGE PLANOVE O NOVOM ORUŽJU

se vrši pritiskom na dugmal, Nemci ja ne mogu više kontrolisati i upravljati njom po želji. Stoga su bombe bile veoma neprecizne.

Upravljanje je vršeno automatski, odnosno preko automatskog aparata. Na nosnom delu bombe bila je pričvršćena minijaturna elisa koju je pogonio vazduh u letu, a bila je u vezi s podešljivim brojačem obrtaja — uređajem za merenja prevaljene udaljenosti koji je nazven „vazdušni brzinomer" i koji se mogao podesiti. Broj obrtaja elise bio je poznat za dato rastojanje pri jednolikoj brzini i visini.

Pri stizanju iznad cilja, brojač je uključivao servo-sistem koji je otklanjao krmila i obrušavao projektil pravo na cilj pod dosta velikim uglom.

U bombi je bio instaliran mali radio-predajnik koji je davao neprekidan signal na kratkom talasu, prema kojem se određivao pravac leta.

„V-1" je lansiran pomoću katapulta koji je stvorio nemački inženjer Helmut Valter i predstavlja prethodnika kasnijih mlaznih katapulta američkih nosača aviona. Bio je to u stvari pneumatski uređej na 30 metara dugoj kosini, koji je potiskom od nekih 30 tona izbacivao bombe „V-1". Zbog njihove konstrukcije nalik na skija, Englezi su ih zvali „položaji skija". Ova velika, nepokretna lansirna mesta (najviše raspoređena duž belgijske obale), zbog svoje veličine bile su izložena uništenju od nadmoćnije vazdušne sile.

Ispaljeno 9.300 „V-1"

Prvi nemački „V-1" počali su da padaju na London nedelju dana posle savezničke invazije (6. juna 1944. godine) u Normandiju. Bilo je to u noći 12/13. juna 1944. godine. Od 11 ispaljenih letećih bombi „V-1", samo su 4 dospela do Engleske. Prva je udarila u 4 časa i 18 minute, ali ne na „cilj 42" — na London, već na mali gradić Kakfild (Cuckfield), 80 kilometara južno od Londona.

UNUTRAŠNJI PRESEK TELA RAKETE „V-1"



Zatim je tri dana bilo zatišje, a 16. juna 1944. godine počela je nova era rata. Tada je za 24 sata startovalo 244 letećih bombi, od kojih je Kanal prešlo 144 a samo 44 palo na London.

Bombardovanje Londona, Južne Engleske i Antverpa nastavljeno je iz baze u Holandiji. „V-1" su učestvovale u borbama u Rajnskoj oblasti i Ardenima, a kad zbog daljine nisu mogla de dostignu Južnu Englesku, bacene su iz aviona. Samo protiv Engleska ispaljeno je 9300 letećih bombi, od kojih je 6000 dospalo do odredišta. Oko 10 000 ispaljano je na druge ciljeve.

To je trajalo sve do 29. marta 1945. godine, kada je startovala poslednja leteća bomba „V-1" i udarila južno od Londona. Zatim su savezničke armije osvojile mesta lansiranja duž obale.

Kada se prvi put pojavila „leteća bomba", engleska odbrana bila je pomalo zbunjena i kod ljudi je izazvala pravi šok, ali to nije dugo trajalo. Pošto je njena brzina bila podzvučna, piloti sa „Spitfajera", „Tajfuna" i drugih klipnih aviona počeli su da se bore protiv njih i da ih napadaju u obrušavanju. Kada je u upotrebu uveden engleski lovac „Gloster meteor" s mlaznim motorom, koji je imao približnu brzinu kao i „V-1", situacije se još više poboljšala.



LETEĆA BOMBA „FI-103", KOJU SU NEMCI NAZVALI „ORUŽJE ODMAZDE BROJ 1"

Razorno dejstvo „letećih bombi"

S obzirom na činjenicu da su rakete ispaljivane na Englesku gotovo 9 meseci, gubici su bili relativno mali. Samo prilikom napada na Drezdan, 14. februara 1945. godine, poginulo je 135 000 ljudi. Prema engleskim podacima, „leteće bombe" usmrtile su 5649 ljudi a 16 194 je ranjano, što nije bogzna kakav rezultat.

Razaranje je bilo mnogo poraznije. Nije se moglo govoriti o pravom cilju jer su udarci na London bili često jedan od drugog udaljeni i po 20 kilometara. Ali tamo gde su pala, razaranja je bilo dosta. Razorno dejstvo „V-1" bilo je veće nego rakete „V-2", jer su prve imale malu brzinu udara, nisu se duboko zarivale u zemlju (eksplozija je bila površinska). Njena eksplozivna snaga imala je snagu obične bombe od 1000 kilograma. Osim toga, „V-1" padala je pod manjim uglom, udarala u zgrade iznad zemlje i tako rasipala snagu svojih eksplozija.

Mada su bili svesni činjenica da je rat izgubljen i da im je ovo oružje kasno stiglo, Nemci su ga do poslednjeg trenutka usavršavali. Krajem marta 1945. godine domet „V-1" povećan je na 415 kilometara. Trimovanjem u letu postignuta je krivolinijska putanja što je otežavalo odbranu. Za novi model planiran je domet od 540 km putanja što je otežavalo odbranu. Za novi model planiran je domet od 540 km ali, na sreću, sve je bilo suviše kasno.

S. L.



„FI-103" LETEO JE KAO „V-1" PRVI PUT PREMA LONDONU 14. JUNA 1944. GODINE



LETEĆA BOMBA „FI-103", KOJU SU NEMCI NAZVALI „ORUŽJE ODMAZDE BROJ 1"

ALBERT AJNŠTAJN -

Albert Ajnštajn je jedna od retkih ličnosti u istoriji koja je uspela da još za života postane legenda herojskih dimenzija. Nerazumljivost njegovih ideja stvarala je još veću radoznalost i sve se više verovalo da govori s visina Olimpa. Kako je Bertrand Rasel (Bertran Russell) svojevremeno izjavio: „Svi znaju da je Ajnštajn učinio nešto što zaprepašćuje, ali veoma mali broj ljudi zna šta je on zapravo učinio." Mada to nije sasvim tačno, jedva desetak ljudi u celom svetu potpuno shvataju njegove teorije o univerzumu. Hiljade, ako ne i milioni pokušavaju da shvate šta je rekao ovaj veliki čarobnjak matematike.

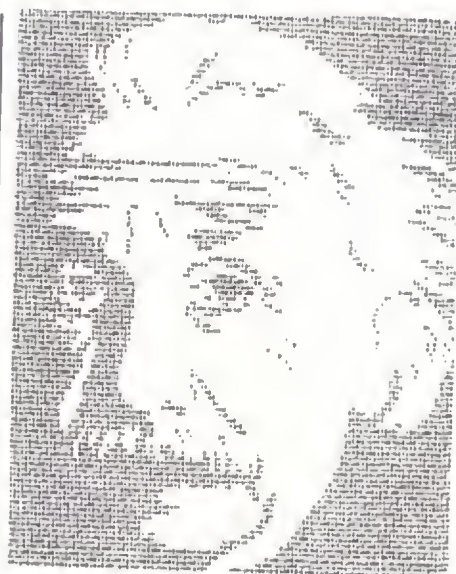
Revolucija je počela

Mada je Ajnštajnov doprinos nauci neizmeran, njegova slava počiva najviše na teoriji relativiteta koja svojim monumentalnim značajem stavlja autora u najveće naučnike svih vremena. Svojim fascinantnim paradoksima i spektakularnim uspesima on uspeva da zapali maštu. Ajnštajnova revolucija počela je 1905. godine, kada se u nemačkom časopisu „Annalen der Physik" pojavio članak od trideset strana, s nimalo uzbudljivim naslovom „O elektrodinamici tela koja se kreću".

U tom članku Ajnštajn je postavio Specijalnu teoriju relativiteta. Temelji ove teorije zasnovani su na dvema osnovnim postavkama. Prva je bila princip relativiteta: sva kretanja su relativna. Poznata ilustracija ovog principa je voz ili brod koji se kreće. Čovek koji sedi u vozu sa zamračenim prozorima neće znati, ako se voz ne trese mnogo, ni brzinu ni pravac, pa čak, ni to da li se voz uopšte kreće. Čovek na brodu bio bi u istoj situaciji. Mi zamišljamo kretanje samo u odnosu na druge predmete. Tako se kretanje zemlje ne bi moglo odrediti da ne postoje nebeska tela s kojima je poredimo.

Ajnštajnova druga hipoteza je da brzina svetlosti zavisi od kretanja svetlosnog izvora. Brzina svetlosti, 300 000 km u sekundi, uvek je ista bilo gde u univerzumu, bez obzira na vreme, mesto ili pravac. Svetlost putuje u vozu koji se kreće, na primer, potpuno istom brzinom kao i van voza. Nikakva sila ne može smanjiti ili povećati njenu brzinu. Štaviše, ništa nije brže od svetlosti, mada brzina elektrona i još neispitanih tahjona ne zaostaje mnogo. Svetlost je u stvari jedini nepromenljivi faktor u celoj prirodi.

Ajnštajnovu teoriju o svetlosti postavio je jedan čuveni eksperiment koji su 1887. godine izvela dva američka naučnika, Mikelson (Michelson) i Morli (Morley). Da bi izmerili brzinu svetlosti, i to apsolutno tačno, njih



dvojica su izgradili jedan ingeniozni aparat. Dve „cevi", duge po 2 km postavljene su pod pravim uglom jedna prema drugoj. Jedna „cev" bila je u pravcu Zemljine putanje oko Sunca a druga nasuprot njoj. Na kraju svake „cevi" postavljeno je ogledalo, a mlaz svetlosti pušten je u svaku cev u istom trenutku. Po teoriji koja je tada preovlađivala, jedan svetlosni zrak trebalo je da se ponaša kao plivač koji ide uz vodu a drugi, u pravcu Zemljinog kretanja, bio bi analogan čoveku koji pliva niz struju. Dakle, jedan od njih morao je imati veću a drugi manju brzinu. Na zaprepašćenje naučnika, dva zraka svetlosti su se vratila u istom trenutku. Eksperiment je smatran neuspehom.

Ajnštajnov članak iz 1905. godine odgovorio je na pitanje koje je ostalo zagonetka za dva naučnika i njihove kolege fizičare. Bitni zaključak koji je Ajnštajn izvukao jeste: da svetlost uvek putuje istom brzinom. Uslovi u kojima se vrši merenje kao i kretanje Zemlje u odnosu na Sunce ne može imati nikakvog uticaja na brzinu svetlosti.

Sve je relativno

Za razliku od Njutna, Ajnštajn je utvrdio da ne postoji apsolutno kretanje. Ideja o apsolutnom kretanju tela u prostoru bez ikakvog je značenja. Kretanje svakog tela je u direktnom odnosu s kretanjem drugih tela. Kretanje je prirodno stanje svih tela. Nigde na zemlji ili u svemiru ne postoji ništa što je u apsolutnom mirovanju. U našem nemirnom kosmosu kretanje je konstantno, od infinitezimalno malih atoma do najvećih nebeskih galaksija. Na primer, Zemlja se okreće oko Sunca brzinom od oko 32 km u sekundi. Samo svetlost nije relativna, njena brzina ostaje nepromenjena bez obzira na njen izvor ili položaj posmatrača.

Najteže shatljiv Ajnštajnov princip je relativitet vremena. On je smatrao da se jedan isti događaj ne odigrava u isto vreme za posmatrača i direktnog učesnika zbivanja, ako se oni pri tom ne nalaze na istom mestu. Na primer, čoveku na zemlji koji posmatra avion u letu i pilotu tog aviona vreme ne teče simultano. Jedan događaj na nekoj udaljenoj zvezdi, recimo eksplozija, za jednog posmatrača sa zemlje desiće se kasnije nego što se zapravo zbio. Neki pasionirani posmatrač nebeskog svoda može da otkrije da se pojavila nova zvezda, a ona je nastala mnogo ranije ili čak više ne postoji.

Poznato je da svako telo emituje određenu energiju koja svakog trenutka odlazi u kosmos. Po teoriji relativiteta, kada bismo raspolagali brzinom većom od svetlosti, mogli bismo da prestignemo svoju prošlost koja ravnomerno putuje svemirom i da tako još jednom vidimo sve ono što nam se ranije dogodilo, pa čak i ponovo doživimo sopstveno rođenje.

Svaka pokretna planeta ima svoj vlastiti vremenski sistem, različit od vremenskog rasporeda bilo kog drugog mesta. Dan na našoj planeti je samo period koji je zemlji potreban da izvrši jednu rotaciju oko svoje ose. Kako je Jupiteru potrebno više vremena za obrt oko Sunca nego Zemlji, godina na Jupiteru je duža od zemaljske godine. Mi smo navikli da mislimo kako svaki fizički predmet ima tri dimenzije, ali vreme je zahvaljujući Ajnštajnu takođe dimenzija prostora, a prostor je dimenzija vremena. Ni vreme ni prostor ne mogu da postoje jedno bez drugoga.

Tako su dve osnovne premise Ajnštajnove teorije, relativitet kretanja i shvatanje svetlosti kao jedinog nepromenljivog kvantiteta, prvi put skrenule pažnju na svog tvorca. Ajnštajn je uzdrmao još jedno opšte prihvaćeno verovanje. Dužina i masa su smatrane apsolutnim u svim zamislivim okolnostima. Ajnštajn je tvrdio da masa ili težina jednog predmeta i njegova dužina zavise od toga kojom se brzinom to telo kreće. Kao primer, on je zamislio voz koji je dug 300 metara i putuje brzinom koja iznosi 4/5 brzine svetlosti. Posmatraču koji stoji na stanici i gleda voz koji prolazi, voz će izgledati dug samo 200 metara mada će za putnika u vozu dužina ostati nepromenjena. Slično tome, svako materijalno telo koje putuje kroz

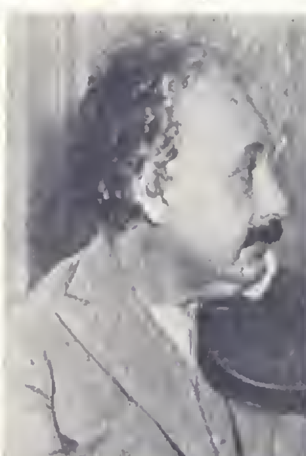
ODGOVARAJUĆI NA ZAHTEV MNOGOBROJNIH ČITALACA U OVOM BROJU DONOSIMO PRIKAZ OSNOVNIH IDEJA TEORIJE RELATIVITETA. MATERIJAL SMO UZELI IZ DELA „KNJIGE KOJE SU IZMENILE SVET" AUTORA ROBERTA B. DOUNSA (ROBERT B. DOWNS). BEZ PRETENZIJA DA OBJASNI AJNŠTAJNOVE TEORIJE, DOUNS ŽIVO I ZANIMLJIVO TRAGA ZA NAJPOGODNIJIM NAČINOM DA OVOG VELIKANA NAUKE ŠTO BOLJE OSVETLI

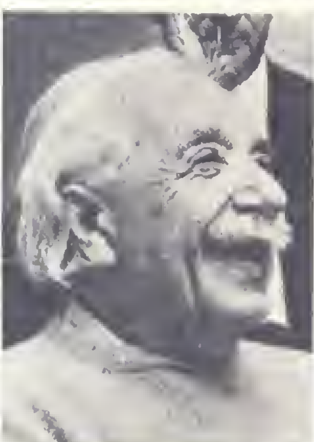
otac atomskog doba

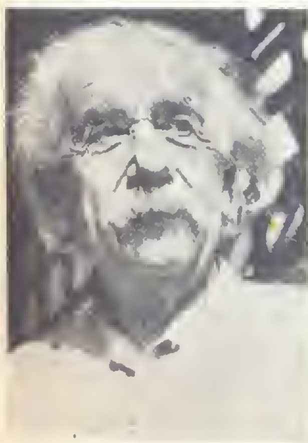
svemir skupljaće se u zavisnosti od brzine. Kada bi drveni aršin bio ispaljen u prostor brzinom od 300 000 km u sekundi, on bi se skupio na pola. Zemljina rotacija čudnovato deluje, umanjujući svoje cirkumferencije za oko 8 centimetara.

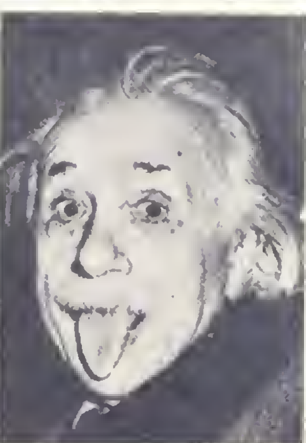
Masa je takođe promenljiva. Kako se brzina povećava, masa jednog predmeta postaje veća. Eksperimenti su pokazali da delići materije ubrzani do 86 odsto brzine svatlosti, teže dvostruko više nego kada miruju. Ova činjenica imala je ogromne primene u razvoju atomske energije.











Ajnštajnova teorija iz 1905. poznata je kao specijalna teorija relativiteta, zato što su njeni zaključci ograničeni na uniformno kretanje po pravoj liniji i ne odnose se na druge vrste kretanja. U našem kosmosu, zvezde, planete i ostala nebeska tela retko se kreću pravolinijski. Zato bilo koja teorija, koja ne uključuje sve vrste kretanja ne daje kompletan opis univerzuma.

U skladu sa ovim, Ajštajn je formulisao opštu teoriju relativiteta, proces koji je zahtevao deset godina intenzivne primene. U opštoj teoriji Ajnštajn je proučavao tajanstvene sile koje upravljaju kretanjem zvezda, kometa, meteora, galaksija i ostalih tela koja se kovitlaju u ogromnom svemiru.

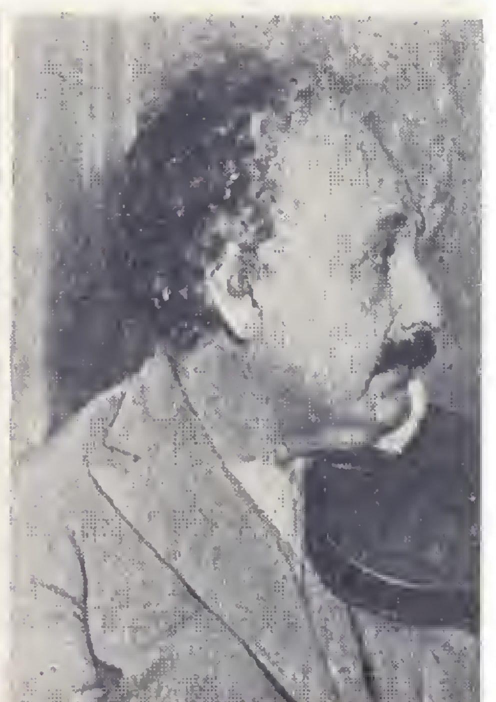
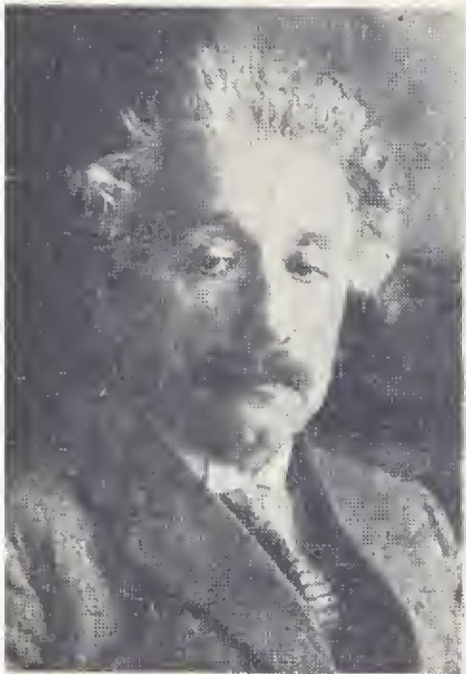
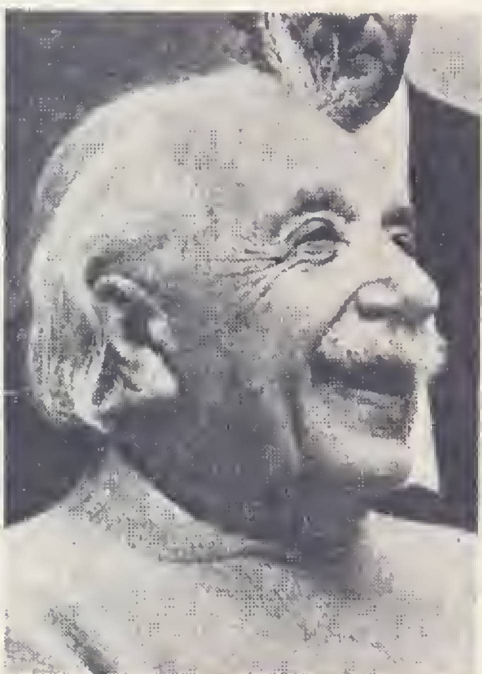
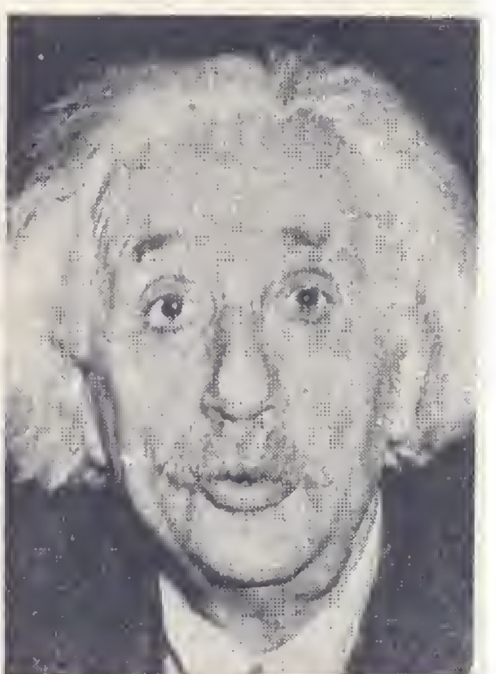
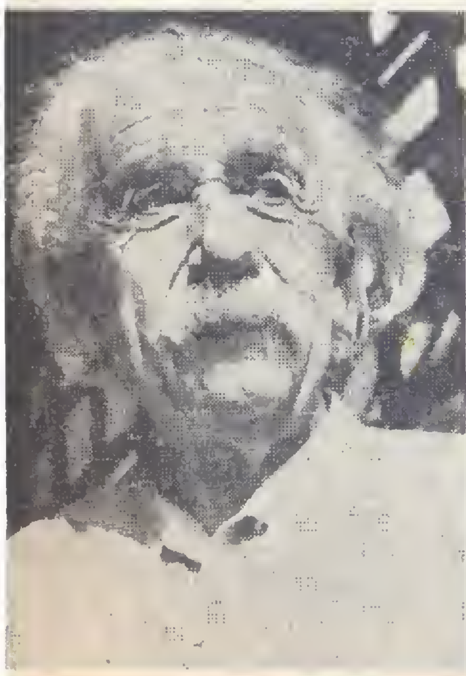
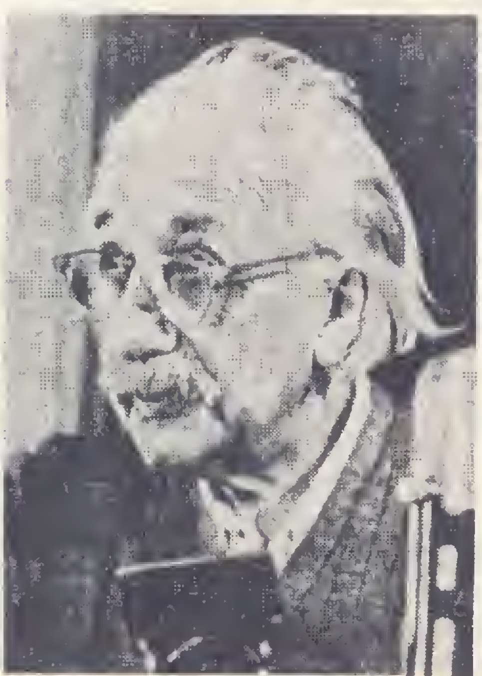
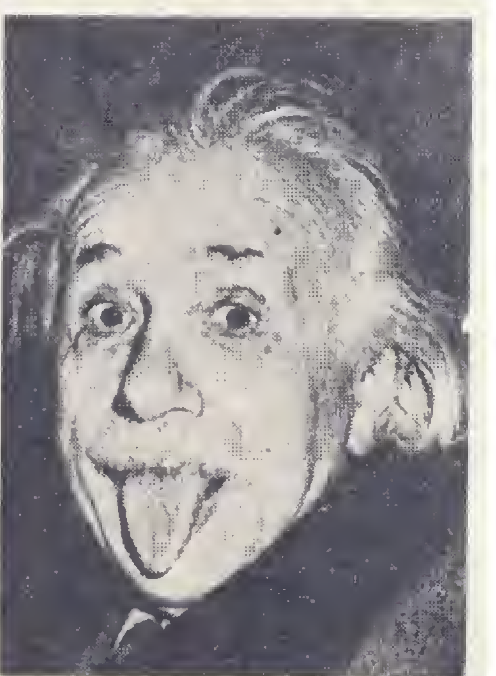
U svojoj opštoj teoriji relativiteta, objavljenoj 1915. godine, Ajnštajn je razvio novo shvatanje gravitacije, menjajući iz osnova ideju o gravitaciji i svetlosti koja je bila opšte prihvaćena od vremena Isaka Njutna. Njutn je gravitaciju smatrao silom. Međutim, Ajnštajn je dokazao da je prostor oko planete ili nekog drugog nebeskog tela jedno gravitaciono polje slično magnetskom polju oko magneta. Ogromna tela, kao što je Sunce ili zvezde, okružena su ogromnim magnetskim poljima. Time se objašnjava kako zemlja privlači mesec. Teorija takođe objašnjava lutanje Merkura, fenomen koji je vekovima zbunjivao astronome i nije se mogao potpuno rešiti Njutnovim zakonom gravitacije.

Gravitaciona polja su tako snažna da čak savijaju svetlosne zrake. Nekoliko godina posle prvog objavljivanja opšte teorije, 1919. godine, fotografije potpunog pomračenja sunca su konačno pokazale vrednost Ajnštajnove teorije. Na snimcima se jasno videlo da svetlosni zraci koji prolaze kroz sunčevo gravitaciono polje putuju više krivim linijama nego pravolinijski.

Iz ove tvrdnje izvodio se zaključak da je prostor krivolinijski. Pod uticajem sunčevog prisustva planete koje se obrću idu najkraćim mogućnim putanjama, kao što reka idući ka moru prati konture zemljišta najlakšim i najprirodnijim putem. Po našoj zemaljskoj šemi, brod ili avion koji prelaze okean idu krivom linijom po kružnom luku. To pravilo važi i za kretanje planeta ili svetlosnih zraka.

Ako se prihvati ova teorija o prostoru kao krivoj liniji, logično sledi da je prostor ograničen. To znači da se svetlosni zrak najzad vraća u tačku iz koje je potekao posle stotine ili hiljade godina, kao putnik koji obiđe zemlju. Univerzum se ne proteže



ALBERT AJNŠTAJN – otac atomskog doba

beskonačno u prostoru, već ima krajnje granice, mada se one ne mogu odrediti definitivno.

$E = mc^2$

Od svih Ajnštajnovih velikih naučnih otkrića i pronalazaka najdublji i najdirektniji efekat na današnji svet ima njegov doprinos atomskoj teoriji. Ubrzo posle prvog članka o relativitetu, objavljenog 1905. u „Annalen der Physic", časopis je doneo kraći članak u kome je Ajnštajn razvijao svoju teoriju. Naslov je bio: „Da li inercija tela zavisi od njegove energije". Upotreba atomske energije, izjavio je Ajnštajn, moguća je bar u principu. Oslobođenje ove ogromne sile moglo bi se postići prema formuli, najslavnijoj jednačini u istoriji, $E = mc^2$. To znači, da je energija jednaka masi pomnoženoj brzinom svetlosti i još jednom brzinom svetlosti.



ALBERT AJNŠTAJN U DRUŠTVU ROBERTA OPENHAJMERA, JEDNOG OD TVORACA ATOMSKE BOMBE

Kada bi se sva energija koja se nalazi u 200 grama bilo koje materije iskoristila, oslobodilo bi se dovoljno snage da bude jednaka eksplozivnoj energiji sedam miliona tona TNT-trinitrotrotila. Bez Ajnštajnove jednačine, kako je neko rekao, „eksperimentatori bi se još uvek spoticali kod fisije urana, ali sumnjam da bi uopšte mogli da se približe pravoj suštini energije". Ovom čuvenom jednačinom Ajnštajn je pokazao da su energija i masa jedno isto, i da se razlikuju samo u stanju u kome se nalaze. Masa je u stvari koncentrisana energija.

Formula daje rešenje mnogih tajni fizike. Ona objašnjava kako su radioaktivne materije kao što su radijum ili uran, sposobne da izbacuju deliće ogromnom brzinom i to milionima godina. To objašnjava kako Sunce i zvezde mogu da daju svetlost i toplotu milijardama godina. Jer da se naše Sunce potrošilo uobičajenim postupkom ili sagorevanjem, Zemlja bi umrla u ledenoj tami pre mnogo eona. Jednačina otkriva veličinu energije koju sadrži jezgro atoma i određuje koliko grama urana mora da sadrži bomba da bi mogla da uništi jedan grad.



ALBERT AJNŠTAJN U DRUŠTVU ROBERTA OPENHAJMERA, JEDNOG OD TVORACA ATOMSKE BOMBE